

No. 9

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-110862

(43)Date of publication of application : 11.04.2003

(51)Int.Cl.

H04N 1/52
G03F 5/00
G06T 5/00
H04N 1/405

(21)Application number : 2002-181157

(71)Applicant : AGFA CORP
XEIKON NV

(22)Date of filing : 27.07.1992

(72)Inventor : DELABASTITA PAUL A

(30)Priority

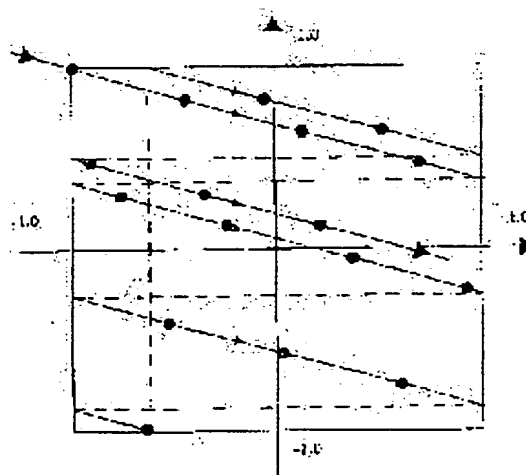
Priority number : 1991 735644 Priority date : 25.07.1991 Priority country : US

(54) GENERATING METHOD OF HALF TONE SCREEN FUNCTIONAL VALUE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a generating method of a half tone screen functional value utilizing a rectangular 'tile' having dots previously set with a rational tangent angle.

SOLUTION: A triangular tile having dots previously set with a rational tangent angle is generated. Then, the sampling of the triangular tile is carried out with the rational tangent angle different from the triangular tile to generate the functional value of the half tone screen.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-110862

(P2003-110862A)

(43)公開日 平成15年4月11日(2003.4.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/52		G 0 3 F 5/00	B 5 B 0 5 7
G 0 3 F 5/00		G 0 6 T 5/00	2 0 0 A 5 C 0 7 7
G 0 6 T 5/00	2 0 0	H 0 4 N 1/46	B 5 C 0 7 9
H 0 4 N 1/405		1/40	1 0 4

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2002-181157(P2002-181157)
 (62)分割の表示 特願平4-199987の分割
 (22)出願日 平成4年7月27日(1992.7.27)
 (31)優先権主張番号 7 3 5 6 4 4
 (32)優先日 平成3年7月25日(1991.7.25)
 (33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 500112364
 アグファ・コーポレーション
 アメリカ合衆国、ニュージャージー州
 07660-2199、リッジフィールド・パーク、
 チャレンジャー・ロード 100
 (71)出願人 394013884
 ゼイコン・ナムローゼ・フェンオーシャッ
 プ
 ベルギー国モルトセル・ペー-2640、ヴレ
 デバーン・72
 (74)代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦 (外3名)

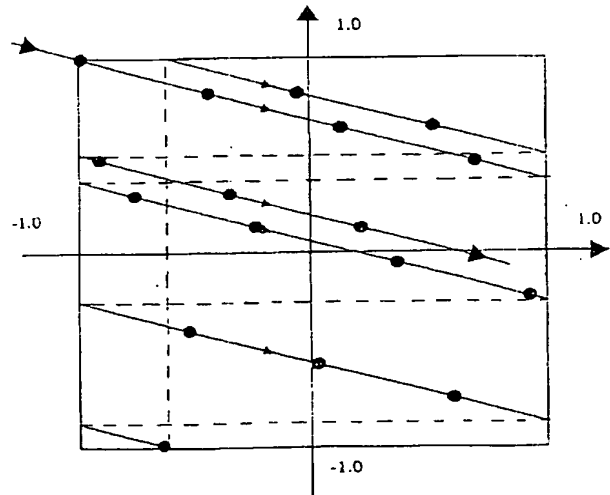
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハーフトーンスクリーン関数値発生方法。

(57)【要約】

【課題】有理タンジェント角度で予め設定されたドットを有する矩形“タイル”を利用したハーフトーンスクリーン関数値を作るための方法を提供する。

【解決手段】有理タンジェント角度に予め設定されたドットを有する三角形のタイルを生じさせる。そして、これとは異なる有理タンジェント角度で、この三角形のタイルをサンプリングしてハーフトーンのスクリーン関数値を生じさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 有理タンジェント角度に予め設定されたドットを有する三角形のタイルを生じさせる工程と、これとは異なる有理タンジェント角度で、この三角形のタイルをサンプリングしてハーフトーンのスクリーン関数値を生じさせる工程とを具備することを特徴とするハーフトーンスクリーン関数値発生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ハーフトーンスクリーン関数値発生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】オフセット印刷は、紙面の特定の箇所にインクの有無をプリントする二元的プロセスである。写真もしくは他の“コントーン”の再生プロセスとは異なり、色調や色彩の種々の陰影を得ることが制御されていない変調のインク密度により可能である。

【0003】絵の再生のために必要な、異なる密度の効果を得るために、サイズが変調されるドットのパターンが使用されている。0%のドットサイズはインクが無いのに対応し、100%のドットサイズは濃いインク領域に相当する。ドットサイズを変調することにより密度を得るプロセスはハーフトーン変調と呼ばれている。

【0004】ドットのパターンは、角度（2つのドットの中心を結ぶ最短線の方向に沿って見た角度）と、スクリーン線数（スクリーン角の方向から見た測定ユニット当たりのドットの中心の数により規定される）と、0%から100%になるのに従うドットの形状（通常は“スポット函数”により制御される）とにより決定される。

【0005】通常のカラー印刷では、シアンと、マゼンタと、黄とブラックとの4色のインクが使用されている。全ての印刷が可能な色は、これら4色のインクのドットパーセントの特別な組み合わせを重ねて印刷することにより得ている。

【0006】これら4色のインクのドットのパターンの角度並びにスクリーン線数は、以下の2つの状態で選定される。

【0007】1)レジストレーションエラーに対するカラー再生の感度を低くするために、4色のインクのドット間の相対的位置を（疑似の）ランダムにしなければならない。

【0008】2)ドット幾何学的パターンは相互に作用し、“モアレ”として知られている新たなパターンが生じることが知られている。カラー印刷でのドットパターンをモアレパターンが生じないように選ぶ必要がある。

【0009】従来の技術では、上記2つの要求は、同じスクリーン線数を正確に有するシアンとマゼンタとブラックのインクのためのドットのパターンを使用し、かつ互いに30度並びに60度正確に離れた角度を使用することにより達成されている。イエローインクは、他と同

じスクリーン線数と、他のインクの1つに対して15度離れた角度とを使用したスクリーンにより、通常は印刷されている。良く使用されている角度の組み合わせは以下の通りである。

【0010】

シアン： 76.0度

ブラック： 45.0度

マゼンタ： 15.0度

イエロー： 0.0度

これら角度が正確に使用されると、シアンとマゼンタとブラックのドットの同相対位置は決して繰り返されなく、前記第1の要求を満足する。そして、約150 1/iのスクリーン線数が使用されたときにほとんど発生しないような“マイクロモアレ”と“モアレ”はなる。

【0011】デジタルスクリーンシステム：デジタルフィルム印刷機でハーフトーンのドットのパターンを作る幾つかの方法が知られている。代表的なデジタルフィルム印刷機は高解像度で感光材を露光する走査レーザビームを使用している。代表的には、レーザビームがONもしくはOFFに変調され得る解像度を決定する“グリッド”は1/2400インチの範囲のピッチを有する。デジタル印刷のアルゴリズムは、所望の部分的密度レベルに対応するサイズのハーフトンドットを作るマイクロドットのクラスターを形成するように印刷グリッドでのマイクロドットをONもしくはOFFに転じなければならない。

【0012】多くのデジタル印刷アルゴリズムは、コントーン画素値を印刷機のグリッドでハーフトーンマイクロドットに変更するスレショルドメカニズムを使用している。スクリーン関数値は“山と谷”の態様として配置される。これら山は高スクリーン関数値と対応し、谷は低スクリーン関数値と対応する。この態様の実際の形状は“スポット函数”により制御される。図1は、これを1次元モデルで示している。

【0013】印刷のとき、スクリーン関数値は、ハーフトーンにされる像の画素値に対して、印刷グリッド上で、ドット対ドット並びにライン対ラインとして比較される。スクリーン関数値が、印刷グリッド上の位置で画素値よりも高い場合には、レーザビームは“ON”に変調され、フィルムにブラックマイクロドットを作る。スクリーン関数値の配列により、ハーフトンドットの小さいクラスターは、像の明るい部分でハイルムに生じ、一方大きいマイクロドットのクラスターは原像の暗い部分で見える。この方法で、原像の画素の明るさの情報が、対応するサイズでハーフトンドットに遷移される。

【0014】上述したように、スクリーン関数値の配置は、画素の明るさのレベルを減じるためにどの様にドットが小から大になるかを正確に制御する。この配置は、またハーフトンドットの中心の相対位置（線数並びに

角度)を制御する。最もハードウェア的にアルゴリズム間の区別は、スクリーン函数値が印刷のときに得られるようにしてなされ得る。あるアナゴリズムは、罫りでの印刷グリッドの夫々の部材に対する適当なスクリーン函数値を得るために、全て数学的評価がなされる。他のアナゴリズムはオフラインの計算をし、この結果をマトリックスで記憶し、印刷のときに適当なオーダーで予め記憶された値を呼び出す。

【0015】“簡単”な回転タンジェント印刷：図2で、最も基本的な回転タンジェントスクリーン印刷の働きを説明する。

【0016】スレショールド値はオフラインで予め計算され、矩形マトリックスとして記憶される。マトリックスのサイズは、形成されるドットのサイズを決定する。印刷のときに、マトリックス要素は所定のオーダーで呼び出されてコントーンデータをハーフトーンにするのに使用される。この動作は、印刷グリッドでのスクリーン角度のもとで、マトリックス要素の配置並びに複写と等価である。このような印刷の周波数(frequency)と角度とは以下ようになる(図2参照)

$$\alpha = \arctan(A/B)$$

$$freq = res / \sqrt{A^2 + B^2}$$

ここで、resは解像度

この方法での全てのドットは、印刷グリッドで1つのそして同じマトリックスの複写から得られるので、マトリックスの4つのコーナーが印刷グリッドの点と一致するように働くことがこの方法にとって必要である。これは、角度のアークトンジェントが2つの整数A並びにBの比と常に等しいので、この方法が回転タンジェントと呼ばれる所以である。これは、この方法で生じ得る線数と精度並びに通常の角度と線数とが近づき得る制度とに対して、非常に密接な関係を有する。

【0017】図3は、特に、小さいセルaに対して、複写の角度が正確に制御できない様子を示す。角度的精度は、タイルが大きくなると、良くなる。カラー印刷の分野で、モアレの無いカラー再生となるシアン、マゼンタ、ブラック分離のための角度と線数との組み合わせを達成することは難しいことが証明されている。米国特許No. 3,657,472号、4,084,183号、4,443,060号並びに4,537,470号に

は、これらスクリーンの組み合わせを使用したときに印刷で生じる問題を少なくする技術が示唆されている。

【0018】米国特許No. 4,084,183号の実施例には、4つのスクリーンのため小さい台同部分を使用されると、従来の彩紋とは異なり、目を害することのない繰り返しマイクロ構造が得られることが開示されている。

【0019】“スウパーセル”を使用した回転タンジェントスクリーン印刷

回転タンジェントスクリーン印刷の改良が、単一のドツ

を含む代わりに、水平並びに垂直方向に“m”ドットを含む“スウパーセル”を使用することにより得られる。この場合、個々のドットの4つのコーナーの点ではなく、スウパーセルの4つのコーナーの点が印刷グリッド上にあることのみが必要である。“スウパーセル”のサイズは個々のドットよりも大きいので、比較的高い精度が、従来の角度近くで達成できる。この方法は図4に示されている。得られる角度は、これらのアークトンジェントがまだ2つの整数A並びにBの比に等しいので、まだ“回転タンジェント角度”である。

【0020】このアナゴリズムで得られるスクリーンの周波数と角度とは以下のように示される。

$$\alpha = \arctan(A/B)$$

$$freq = m \cdot res / \sqrt{A^2 + B^2}$$

ここでresは解像度
mは掛け算

“不合理なタンジェント”スクリーン印刷

カラー再生におけるモアレを最小にするために、非常に高精度で通常のスクリーン角度を均似値できるスクリーン印刷のアルゴリズムを発展させるために過去に多くの努力が費やされた。これらのアルゴリズムは、最高に可能な精度で15度並びに75度の角度(これらは不合理なタンジェント)に最終的には近づくので、“不合理なタンジェントスクリーン印刷アルゴリズム”と称されている。これらアルゴリズムのほとんどは、所定の角度並びに所定の周波数で、スポット関数の1期間をサンプリングすることにより、スクリーン函数値を招じる。この技術は、図5に示されている。サンプリング角度並びに周波数は、得られるであろうスクリーンの角度と線数とを決定する。サンプリング角度が本当に無理数(即ち、2つの整数の比として表され得ない)であれば、スクリーン函数期間での同じxy位置は再びサンプリングされないであろう。

【0022】これら不合理なタンジェントスクリーン印刷アルゴリズムの遂行の可能な2つの方法がある。第1の方法では、スクリーン函数期間でのサンプルの値がフライで評価される。この数学的評価は早くしなければならぬので、必要な速度を達成するためには特別名ハードウェアが通常は必要である。また、この方法は、非常に多くの計算を必要としないスポット関数に制限されている。米国特許No. 4,419,690号にこの方法が開示されている。

【0023】他の方法では、1期間のスクリーン函数値が事前に計算され、これらが、代表的には32×32もしくは64×64の要素のサイズの二次元マトリックスに記憶される。スクリーン函数期間のサンプリングは、サンプル点のxy位置に最も近く位置する、予め計算されたマトリックス要素を抽出することにより果たされる。しかし、マトリックスのアドレスのときに周期的な丸める効果から生じるアーティファクトを減じるため

に、サンプルのx y位置座標にノイズを通常は加算し、特別の平均化技術が使用されなければならない。この技術は、米国特許No. 4, 499, 489号、4, 456, 924号、4, 700, 235号並びに4, 918, 622号に開示されている。この特別な平均化技術は、不合理なタンジエントスクリーン印刷アルゴリズムの逐行を比較的複雑で高価にする。

【0024】

既存のスクリーン印刷システムのモアレの解析

上述したスクリーン印刷システムでの、カラー印刷の逐行は、カラー印刷でのモアレの解析のための技術での前説明の後、説明する。

【0025】モアレ解析の原理

カラー複写におけるラスターの周波数と角度との相互作用は、“周波数ドメイン”でのベクトルダイアグラムにより最も調べられうる。全てのドットのラスターは、夫々の長さがスクリーンの周波数に対応し、そして角度がラスターの角度に対応した2つの直交するベクトルにより表され得る。ラスターの“調和周波数”の影響は無視されている。

【0026】2つもしくはそれ以上のラスター間の相互作用は、複数の原ベクトルの和もしくは差の全ての可能な組合せに対応する。

【0027】カラー印刷において、モアレの単一の最も重要な源は、シアンとマゼンタとブラックのラスターの重ね合せから生じる2次のモアレ(*)と関連している。カラー複写での最終目的は、無限大の、これらラスターからのモアレ期間を得ることである。図6は、これを従来のスクリーンを使用した場合で示す。15度マゼンタ成分と135度ブラック成分との和は75度シアン成分に正確に一致し、モアレに対してゼロ周波数(かくして、無限期間)となる。同様に、45度ブラック成分と165度シアン成分との和は105度マゼンタ成分と正確に一致する。この式は以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{【0028】 } C &= M_{-5} + K_{-35} \\ M_{-105} &= K_{-45} + C_{-165} \end{aligned}$$

図7は、分離の1つ、例えば、ブラックが離れた場合を*

$$\begin{aligned} M_x &= F1 \cdot \cos(\alpha_1) + F2 \cdot \cos(90.0 - \alpha_2) - F3 \cdot \cos(\alpha_3) \\ M_y &= F1 \cdot \sin(\alpha_1) - F2 \cdot \sin(90.0 - \alpha_2) - F3 \cdot \sin(\alpha_3) \\ M_{\text{period}} &= 1.0 / \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \end{aligned}$$

“有理タンジエント”スクリーンの組合わせのためのモアレ解析

前述したように、有理タンジエントスクリーンの組合わせを得ることは、これが2次のモアレを完全に除去する*

Given: A, B, e, w, s.

$$\begin{aligned} \text{screen 1 : } \alpha_1 &= \arctan(A/B); F1 = \text{res} / \sqrt{A^2 + B^2} \\ \text{screen 2 : } \alpha_2 &= \arctan(1.0); F2 = \text{res} / \sqrt{(A - B)^2} \\ \text{screen 3 : } \alpha_3 &= \arctan(B/A); F3 = F1 \\ &\quad + (A - B) \cdot (A - B) \end{aligned}$$

このようなスクリーンのセットの例は以下の通りである。

*示す。15度マゼンタと135度ブラックとの和は75度シアンベクトルと一致しない。“2次のモアレ”は、この場合ゼロ周波数を有しない。そして、角度と期間とが差ベクトルに対応した周期的パターンが生じる。ここで使用するように、“2次モアレ”と言う用語は、原成分(例えば“シアン”)と2つの他の原成分(例えば、マゼンタとブラック)間の相互作用の結果生じた成分との間の相互作用の結果としてのモアレを意味する。

【0029】図6のベクトルダイアグラムは、周波数ベクトルの長さや角度との間の関係のみを示す。この関係に加えて、3つのラスターの相対位相も示されている。3つのラスターの相対位相はハーフトーンドット間の平均重なりに対して影響を与え、どの種類の彩紋が得られるかを決定する。図8(a)は特別な位相関係での3つのラスター(15、45並びに75度)のモアレの無い組合わせを示す。図8(b)は、同じセットのラスターを示す。ここで45度スクリーンが位相でシフトした期間の半分である。これら図から、“彩紋”構造が両方の場合で異なることが解る。図8(a)の彩紋構造は、これを所定距離から見たときに目に粗く見え、かつ影で好ましいほかしを維持している、好ましいものである。図9はモアレの場合を示す。15度並びに75度ラスターの和間の相対位相は連続的に変化しており、シフト彩紋となっている。ある種の彩紋から他種の彩紋へ、そしてまた最初の彩紋への完全な1サイクルの最短距離はモアレ期間に一致し、これは対応するベクトルダイアグラムから解るであろう。

【0030】最も実用的に場合、2つの2次モアレの1つのみを数学的に調べるのに充分である、1セットのスクリーンの生成で充分な対象性がある。この場合の図6は、三角形を示す図10での単純化したダイアグラムに取換えられ得る。もし、三角形が“閉じられ”ていれば、二次のモアレは生じていない。そして、もし、開いていれば、二次のモアレは、3つのベクトルの和から計算され得る。数学的にこれは以下ようになる。

【0031】

*前に表されるので、不可能である。最も一般的な場合、即ち2つの整数A並びにBにより規定される3つのスクリーンのセットのための証明は以下の通りである。

【0032】

【0033】res = 2400 dpi, A = 4, B = 15.
この値を前記式に代入すると以下になる。
【0034】
alfa1 = 14.9314 度; F1 = 154.5976
alfa2 = 45.0000 度; F2 = 154.2778

* alfa3 = 75.0686 度; F3 = 154.5976
スクリーン (screen) 1 並びにスクリーン (screen) 3 に対応するベクトルのエンドポイント (endpoint) は以下になる。

※ 【0035】
endpoint screen 1 : (x0,v0) = (F1*cos(alfa1),F1*sin(alfa1))
endpoint screen 3 : (x1,v1) = (F3*cos(alfa3),F3*sin(alfa3))
※ 【0036】
もしくは、F1 = F3*cos(alfa3) = sin(alfa1),sin(alfa3) = cos(alfa1) であると、以下になる。

※ 【0037】
endpoint screen 1 : (x0,v0) = (F1*cos(alfa1),F1*sin(alfa1))
endpoint screen 3 : (x1,v1) = (F1*sin(alfa1),F1*cos(alfa1))

モアレが無いようにするために、理想の周波数ベクトル ★である。
【0037】
は45.0度に、そして長さはスクリーン1とスクリーン3との2つのエンドポイント間の距離に夫々するべき★

$$\begin{aligned} F2' &= \sqrt{(x0 - x1)^2 + (v0 - v1)^2} \\ &= F1 \sqrt{2.0 - 4 \cos(\alpha_1) \sin(\alpha_3)} \\ &= F1 \sqrt{2.0 - 4 \frac{A}{B} / (A^2 + B^2)} \\ &= F1 \sqrt{(2A^2 - 2B^2 - 4AB) / (A^2 + B^2)} \end{aligned}$$

しかし、周波数ベクトルスクリーン2の実際の長さは以 ☆【0038】
下の通りである。 ☆20

$$\begin{aligned} F2 &= \text{res} / \sqrt{(A - B)^2 + (A + B)^2}; \\ F1 &= \sqrt{(A^2 + B^2)} / \sqrt{(A - B)^2 + (A + B)^2}; \\ F1 &= \sqrt{(A^2 + B^2)} / (2A^2 + 2B^2 - 4AB) \end{aligned}$$

二次のモアレが無いようにするためには、F2 = F2'であることが要求される。この式を計算した後、以下の状態となる。

【0039】
 $3z^2z^2z^2 - 16z^2z^2 + 22z^2z - 16z + 4 = 0$
ここで、z = A/B である。

【0040】これは“A/B”の4次の多項式であり、以下2つの実根を持つ。

$$z0 = 2.0 - \sqrt{3.0};$$

$$z1 = 2.0 + \sqrt{3.0};$$

これら両根は、夫々アークタンジェント15.0と75.0とをゆうする不合理な整数である。換言すれば、モアレ期間を無限的に大きくする整数A、Bは存在しない。

【0041】上記実施例のモアレ期間は計算でき、1.56インチで有る。これは多くのプリント状態に対して悪影響を及ぼす。

【0042】

“スーパーセル”スクリーン印刷のモアレ解析

複合ドットである“スーパーセル”を使用することにより、スクリーンの角度の精度をかなり良くすることができる。“スーパーセル”の着想にもとづくモアレ解析は、長いモアレ期間を得ることができ、前述した場合と同様の理由により、完全にモアレのない結果を得ることは不可能であると言う事を示す。この例は以下の通りである。

res = 2400, A = 15, B = 56, m = 3;

screen 1: alfa1 = 14.9951; F1 = 124.1933;
screen 2: alfa2 = 45.0000; F2 = 124.1748;
screen 3: alfa3 = 75.0049; F3 = F1
この場合のモアレ期間は27.07インチであり、前記の例よりも好ましい。

【0043】“不合理なタンジェントスクリーン印刷”のモアレ解析”

不合理なタンジェントスクリーン印刷の場合のモアレ解析は、かなり単純である。互いに30度オフセットし、かつ同じ線数を正確に有する3つのスクリーンのセットが使用される場合、周波数ダイアグラムは、スクリーンの3つのベクトルが閉じた二等辺三角形を形成し、かくしてモアレが生じないことを示すであろう。

【0044】本発明の目的は、有理タンジェント角度で予め設定されたドットを有する矩形“タイル”を利用したハーフトーンスクリーン関数値を作るための方法を提供することである。

【0045】

【課題を解決するための手段】本発明に係わるハーフトーンスクリーン関数値発生方法は、有理タンジェント角度に予め設定されたドットを有する三角形のタイルを生じさせる工程と、これとは異なる有理タンジェント角度で、この三角形のタイルをサンプリングしてハーフトーンのスクリーン関数値を生じさせる工程とを具備することを特徴とする。

【0046】

50 【実施の形態】従来のスクリーンシステムでモアレの無

いことは、周波数の領域で、1対のスクリーンの周波数成分の和が第3のスクリーンの周波数成分と完全に一致するという事実により説明されているという解析により、“2次のモアレ”の発生がまた従来スクリーンシステムでは無い場合に完全に防止され得る。図11は、3つのスクリーンセットの線数が現実的でなく、角度を適当に選ぶことにより、2次のモアレの発生を阻止する従来テクノロジーと正確に同じ状態を得ることができ

【0047】また、合理的タンジェントのスクリーンの特別な組合わせを使用すれば、この方法で2次のモアレの発生を阻止することができる。これは、“合理的なタンジェント”スクリーンを生じる方法はより複雑で設置がより高価であるのにも係わらず、合理的なタンジェントスクリーンを使用した他の方法では、前に述べたよう

【0048】図12は予め角度が設定された複合ドットを有するセルの幾何学模様を示す。タイルが生じているスクリーンの角度は2つの整数A、Bの比により決定される。スクリーンの期間はタイルのサイズに比例する。以下の関係が図12から直接導きだされる。

【0049】ここで、 α : スクリーン角度;
Period: スクリーン期間(インチ)
TS: 印字ドット数で表されるタイルのサイズ
res: ドット/インチで表される印刷解像度
 $\alpha = \arctan(A/B)$;
 $TS \cdot (1/res) = \text{スクリーン期間} \cdot \sqrt{A^2 + B^2}$
また、以下の関係が導きだされる。

【0050】ここで、freq: スクリーンの線数
shades: 1ドット当たりの印刷要素の平均数
dots: タイルに含まれるドット数
 $\text{freq} = \text{res} \cdot \sqrt{A^2 + B^2} / TS$;
 $\text{shades} = TS \cdot TS / (A^2 + B^2)$
 $\text{dots} = A^2 + B^2$

図12のタイルは、水平並びに垂直に写されたときに隣接したスクリーンを作る1つのスクリーン期間として見ることができる。ここで合理的なタンジェントスクリーンを作る方法は図4で説明した方法とは基本的にことなる。図4では、セル境界に平行に角度付けられた、複合ドットを有するセル合理的タンジェント角度で写されているが、図12では予め角度付けられたセルが水平並びに

*に垂直に写されている。これら両技術を比較すると、これらは対称となる。

【0051】もし、パラメータTS、A、Bが同じ整数により乗除されると、同じ角度並びに線数を生じるタイルの等しいセットが得られることが明らかであろう。

【0052】タイルのモアレのない組合せ

完全にモアレの無い結果を生じ、また従来スクリーンシステムとは異なる、上述した“タイル”から得られるスクリーン相互を組み合わせたことが可能で有る。このようなスクリーンシステムを得る状態は以下のように要約される。

【0053】1) 3つのスクリーン全てのタイルサイズが等しい。

【0054】2) 第1のスクリーンは2つの整数A、Bにより規定され、角度 $\alpha_1 = \arctan(A/B)$ である。

【0055】3) 第2のスクリーン2つの整数C、Dにより規定され、角度 $\alpha_2 = \arctan(C/D)$ である。

【0056】4) 第3のスクリーン2つの整数E = (B - D)、D = (C - A)により規定され、角度 $\alpha_3 = \arctan(B - D / C - A)$ である。

【0057】5) α_1 と α_2 との差は30度±0.5度である。

【0058】6) α_2 と α_3 との差は30度±0.5度である。

【0059】7) 3つのスクリーンの線数は±2.0%の範囲無いで等しい。

【0060】8) もしタイルの角度を規定する2つの整数X、Yが共通の除数を有するのであれば、パラメータTS、X、Yは共通の除数により除算されたもとの値に置換えられ得る。

【0061】9) これらスクリーンを規定する整数TS、X、Yが任意の整数により乗算され得る。これは結果が等しいタイルとなるからである。

【0062】上記のようなスクリーンシステムの一例は下記の通りである。

【0063】res = 2400 dpi;

screen 1: TS1 = 627; A = 11; B = 33;

screen 2: TS2 = 627; C = 34; D = 7;

screen 3: TS3 = 627; E = 26; F = 23;

このスクリーンシステムは以下のスクリーンシステムと等価である。

【0064】screen 1: TS1 = 57; A = 1; B = 3;

screen 2: TS2 = 627; C = 34; D = 7;

screen 3: TS3 = 627; E = 26; F = 23;

もしスクリーン角度と線数のための式がこれらスクリーンパラメータに適用されると、以下の結果が得られる。

【0065】

screen 1: $\alpha_1 = 18.4349$ 度; $\text{freq}_1 = 133.1485$ 1/i.

screen 2: $\alpha_2 = 78.3554$ 度; $\text{freq}_2 = 132.8731$ 1/i.

screen 3: $\alpha_3 = 48.5035$ 度; $\text{freq}_3 = 132.8731$ 1/i.

式にこれら値を使用してモアレ期間を計算すると以下のようになる。

【0066】Miore $x = 0.0$;

Miore $y = 0.0$;

M period =無限

これは、スクリーンのこの組合せで、従来の場合とは異なり、合理的なタンジエントを有する各々がモアレを完全に生じさせないということを意味する。

【0067】“2次モアレのないのの数学的証明”

上記要求を満足するスクリーンセットは“2次モアレ”が生じないという証明は以下の通りである。

【0068】同じタイルサイズから得られ、以下の対の整数により規定される合理的なタンジエント角度を有する3つのスクリーンからなる1セットを考える。

【0069】screen 1: A,B;

screen 2: E,F;

screen 3: $E = B - C$; $F = C - A$;

これらタイルを生じるスクリーンの角度は次の通りである。

*【0070】screen 1: $\text{alfa1} = \arctan(A/B)$;

screen 2: $\text{alfa2} = \arctan(E/F)$;

screen 3: $\text{alfa3} = \arctan(C/D)$;

そして周波数は次の通りである。

【0071】

screen 1: $\text{freq1} = \text{res} \cdot \sqrt{A^2 + B^2} / \text{TS}$;

screen 2: $\text{freq2} = \text{res} \cdot \sqrt{E^2 + F^2} / \text{TS}$;

screen 3: $\text{freq3} = \text{res} \cdot \sqrt{C^2 + D^2} / \text{TS}$;

図13は、周囲を矩形の枠で囲ったこのスクリーンシステムに対応するベクトルダイアグラムを示す。この図での“長さの単位”は res/TS に等しい。 $B = E + D$ であり、 $C = F + A$ であるので3つのベクトルの三角形はとしている。そしてスクリーンシステムは、これが合理的なタンジエントスクリーンにより構成されているのにも係わらず、“2次のモアレ”を生じない。

【0072】図12並びに図13に記したパラメータの計算は、以下のプログラムによりなされる。

【0073】

*【数1】

```
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#define IMAX 10000

/**CALCULATE OPTIMAL PARAMETERS***/
/*Parameters:  angle "alfa1" and frequency "freq" of the
first screen of a Moire free set, and angular tolerance
"atol" to approximate the angles.  The program returns
parameters "TS,A,B,C,D,E and F" as specified in
Figures 12 and 13.*/

calc_par(alfa1,freq,atol,res,TS,A,B,C,D,E,F)
double alfa1,atol,freq,res;
int *TS,*A,*B,*C,*D,*E,*F;
{
int dum1,dum2,n1,n2;
double ftol,PI,alfa3,x;
PI=2.0*acos(0.0);
ftol=1.0-2.0*cos(PI/3.0+atol);
ratio_approx(tan(alfa1),atol,A,B);
alfa3=alfa1+PI/3.0;
ratio_approx(1.0/tan(alfa3),atol,D,C);
x=sqrt((double)((*A)*(*A)+(*B)*(*B))/(((*C)*(*C)+(*D)*(*D))));
ratio_approx(x,ftol,&n2,&n1);
*A=n1*(*A);
*B=n1*(*B);
*C=n2*(*C);
*D=n2*(*D);
*E=(*B)-(*D);
*F=(*C)-(*A);
*TS=res*sqrt((double)((*E)*(*E)+(*F)*(*F)))/freq+0.5;
}
```

【数2】

13

14

```

/**RATIO APPROXIMATION***/
/*Parameters:"x" and "tol".Results:two numbers "i" and
"j", the ratio of which approximates "x" with a toler-
ance "tol".*/

ratio_approx(x,tol,i,j)
double x,tol;
int*i,*j;
{
*j=1;
for((*i)=1;(*i)<IMAX;(*i)++)
{
*j = (int)((double)(*i)/x+0.5);
if(fabs((double)(*i)/(*j)-x)<tol)return;
}
}

/**MAIN***/
/*main program*/
main()
{
double alfa,atol,PI,freq,res;
int i,j,A,B,C,D,E,F,TS;

PI = 2.0*acos(0.0);
res = 2400.0;
while(1)
{
printf("Enter angle and frequency of screen:");
scanf("%lf %lf",&alfa,&freq);
printf("angular tolerance:");
scanf("%lf",&atol);
alfa = PI*alfa/180.0;
atol = PI*atol/180.0;
calc par(alfa,freq,atol,res,&ts,&A,&B,&C,&D,&E,&F);
printf("TS: %d; ab: %d %d cd: %d %d ef: %d %d\n",
ts,A,B,C,D,E,F);
}
}

```

スクリーンの実際の製造は、米国特許No. 4, 70

0, 235号の技術を使用して行われ得る。

【0074】“スーパーセル”合理的タンジエントスクリーン方法においては、ドットはセル境界に平行に指向され、かつセル自身は印刷グリッド（図4参照）を横切って配置され写されると言う事を前に説明したが、本発明に係わるの“タイル”方法では、セルは予め角度が設定*

*されたドットを含み、水平並びに垂直に配置され（図12参照）写される。

【0075】これら両方法がどうして組合せられないかの理由は無い。この場合に得られる幾何学態様を図14に示す。角度alfa並びに周波数freqは以下のようにして計算される。

【0076】A,B,C,D,res を与えると

$$\begin{aligned}
 \text{alfa} &= \text{alfa1} - \text{alfa2}; \\
 \tan(\text{alfa}) &= \tan(\text{alfa1} - \text{alfa2}) + \\
 &= [\tan(\text{alfa1}) - \tan(\text{alfa2})] / [1.0 + \tan(\text{alfa1}) * \tan(\text{alfa2})]; \\
 &= (A/B - C/D) / (1.0 + AC/BD); \\
 &= (AD - BC) / (BD + AC);
 \end{aligned}$$

かくして、 $\text{alfa} = \arctan[(AD - BC) / (BD + AC)]$

$$\text{freq} = \text{res} * \sqrt{(CC + DD) / TS}; \quad TS * TS = A * A + B * B +$$

かくして、 $\text{freq} = \text{res} * \sqrt{(CC + DD) / (AA + BB)}$

写されるスクリーンの角度を制御するために2つの自由度を有することにより、より多くの角度を得ること、もしくは特定の角度においてより良い均似値を達成することが可能である。これは以下の例で達成される。

【0077】

$\text{res} = 2400 \text{ dpi}; A = 160; B = 280; C = 5; D = 19;$

$\text{alfa} = 15.0013 \text{ 度}$

50 $\text{freq} = 146.2138 \text{ 1/i}$

この方法は、比較的小さいタイルでより良い角度精度を“スウーセル”の場合と比べると得ることができる(2つの自由度の採用による)意味でこれ自体で効果があるが、夫々がモアレをすでに呈さない3つのタイルのセットを回転させるのに特に有用である。

【0078】実際、2次のモアレを有さないようにマッチングされた3つの台理的なタンジエントスクリーンセットは、上述したように、同じタイルサイズから得ら*

```
res = 2400 dpi; C1 = 4; D1 = 15; C2 = 11; D2 = 11; C3 = 15; D3 = 4;
set 1: A = 0; B = 280;
screen 1: angle1 = 14.9314 度; freq1 = 133.0644 1/i.
screen 2: angle2 = 45.0000 度; freq2 = 133.3401 1/i.
screen 3: angle3 = 75.0686 度; freq3 = 133.0644 1/i.
set 2: A = 1; B = 280; (全ての角度が0.2046度だけ増加している)
screen 1: angle1 = 15.1360 度; freq1 = 133.0635 1/i.
screen 2: angle2 = 45.2046 度; freq2 = 133.3393 1/i.
screen 3: angle3 = 75.2732 度; freq3 = 133.0635 1/i.
set 3: A = 2; B = 280; (全ての角度が0.4092度だけ増加している)
screen 1: angle1 = 15.3470 度; freq1 = 133.0610 1/i.
screen 2: angle2 = 45.4092 度; freq2 = 133.3367 1/i.
screen 3: angle3 = 75.4778 度; freq3 = 133.0610 1/i.
等… (+7.5度の増加もしくは-7.5度の減少)
```

基本のセット(set 1)がモアレを生じず、3つのスクリーンの全てが正確に同じ角度だけ回転され、そして線数は全て同じ定数フアクターだけ変更されるので、上記スクリーンセットの各々は2次モアレを生じない。

【0080】スクリーンセットの内30度対称のために、これを±7.5度よりも大きく回転させる必要は無い。7.5度の回転は、 $\cos(7.5) = 0.991$ (1%以下の変更) Kフアクターによる線数の変更に相当する。台理的タンジエントスクリーンのセットでのモアレが無いのから出発して、回転されたスクリーンセットの完全な範囲は小さい角度増加で、かつほとんど同じ線数で得ることができるということは重要である。

【0081】図15は、同じ“タイルサイズ”を有する15度のスクリーンと、45度のスクリーンと、75度のスクリーンとが重なった状態を示す。これらスクリーンの1つの予め設定された角度のドットの幾何学態様は図12に示すものと対応する。3つのスクリーンは同じタイルサイズを使用しているの、これらは図16に示すように互いに“ロックされて”維持されている。この“ロックされた”状態で、相対位置エラーの増加は生じず、かくして彩紋は印刷されたページを横切って残る。

【0082】本発明の好ましい実施例を詳細に説明したが、請求範囲にて規定したような本発明の範囲から外れないで種々の変形が可能であることは当業者にとって明白であろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の電子スクリーン印刷のデメンションの例を示す図である。

*れる。もしこれらが同じタイルサイズを有するのであれば、これらスクリーンは、図14で説明したような方法で同じ量だけ回転され得、かくして同じ相対角度を維持し、これらの線数は同じ定数フアクターにより変更する。1セットのマッチしたタイルの幾何学態様から出発し、スクリーン全体の組合せは小さい角度増加で得られる。この例は以下の通りである。

【0079】

【図2】従来のタンジエントスクリーン印刷の原理を説明する図である。

【図3】従来技術での小並びに大セルサイズでの達成され得る角度精度を説明する図である。

【図4】“スウーセル”を使用した従来の台理的タンジエントスクリーン印刷を説明するための図である。

30 【図5】従来の不台理的タンジエントスクリーン印刷方法の原理を説明する図である。

【図6】モアレを無くすために、同じスクリーン線数を有する15、45並びに75度での3つのラスターの相互作用を説明するベクトル図である。

【図7】異なるスクリーン線数を有する15、45並びに75度での3つのラスターの相互作用の結果として生じたモアレを説明するベクトル図である。

40 【図8】(a)は、ドットが中心の彩紋を生じる、同じスクリーン線数を有する15、45並びに75度でのラスターで0%から90%までの3段階での重なりにより作られる像を示す図である。(b)は鮮明な中心彩紋を生じる半期間に渡って45度ラスターをオフセットした結果を示す図である。

【図9】僅かに異なるスクリーン線数を有する15、45並びに75度での3つのラスターの相互作用により生じるモアレを示す図である。

【図10】三角形のスクリーンの相互作用を説明する簡略化したベクトル図である。

【図11】2次モアレを生じない本発明に関連したスクリーンシステムを説明するベクトル図である。

50 【図12】本発明に係わる予め角度が設定されたセルの

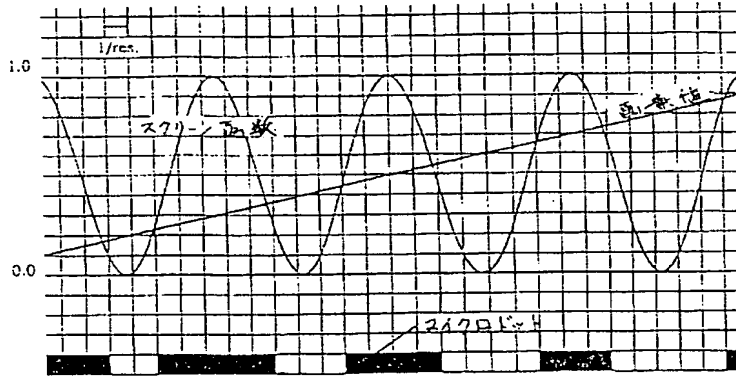
幾何学的状態を説明する図である。

【図13】3つのベクトルが閉じた三角形を形成するとき、2次モアレの発生を防止することを示すモアレ解析のためのベクトル図である。

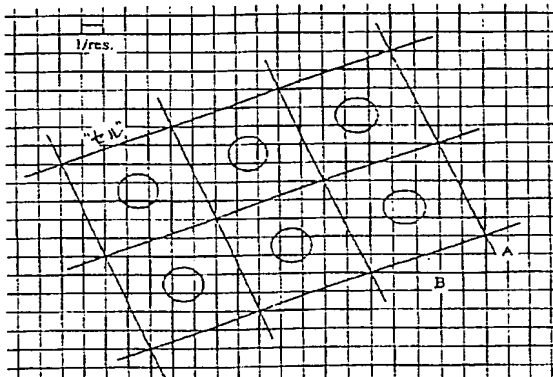
【図14】合理的なタンジェント角度での配置されかつ写された所定設定角度のタイルを示す図である。

【図15】同じ“タイルサイズ”を使用した15、45＊

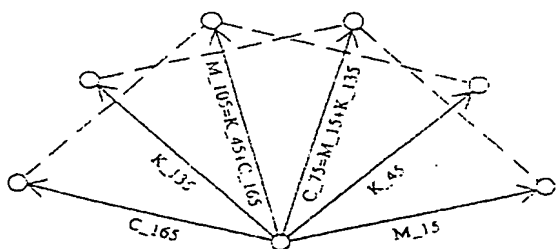
【図1】



【図2】



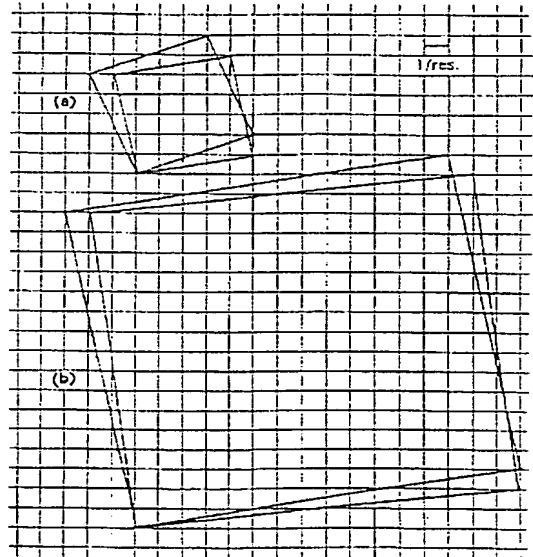
【図6】



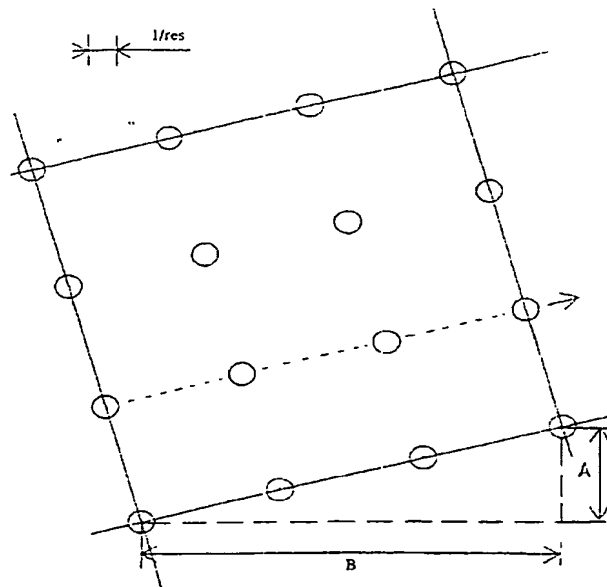
＊並びに75度の3つのスクリーンの重なりを示す図である。

【図16】同じ“タイルサイズ”を有する15、45並びに75度のスクリーンとを使用しスクリーンを互いに“ロック”し、相対位置エラーの増加は生じず、かくして彩紋は印刷されたページを横切って残ることを示す図である。

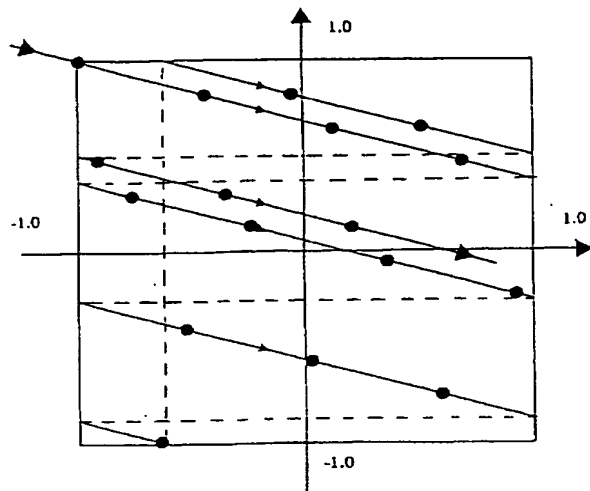
【図3】



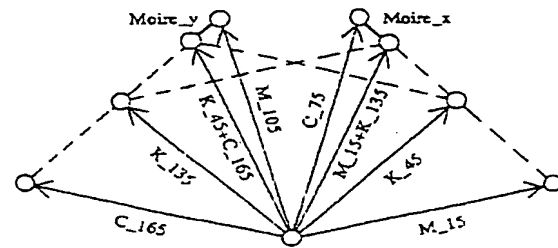
【図4】



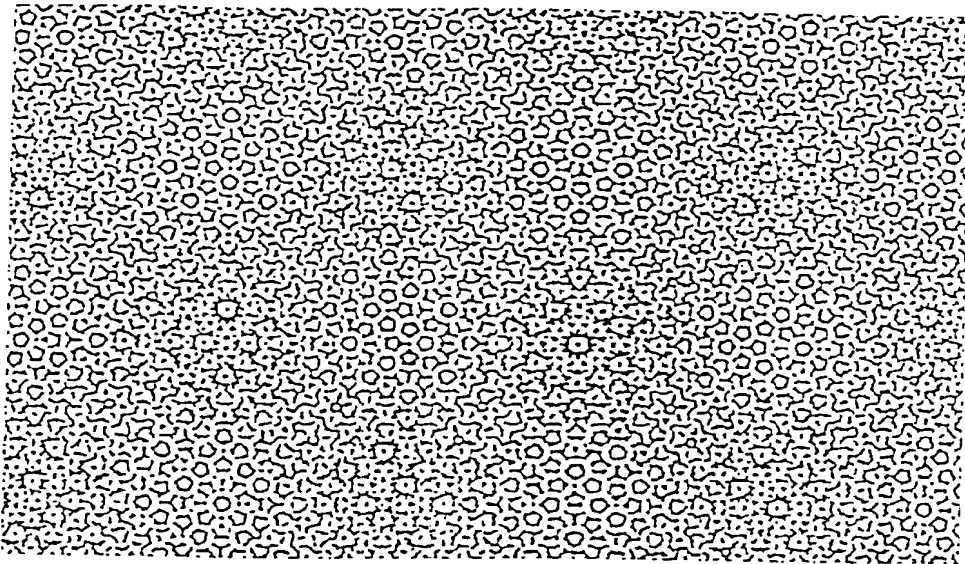
【図5】



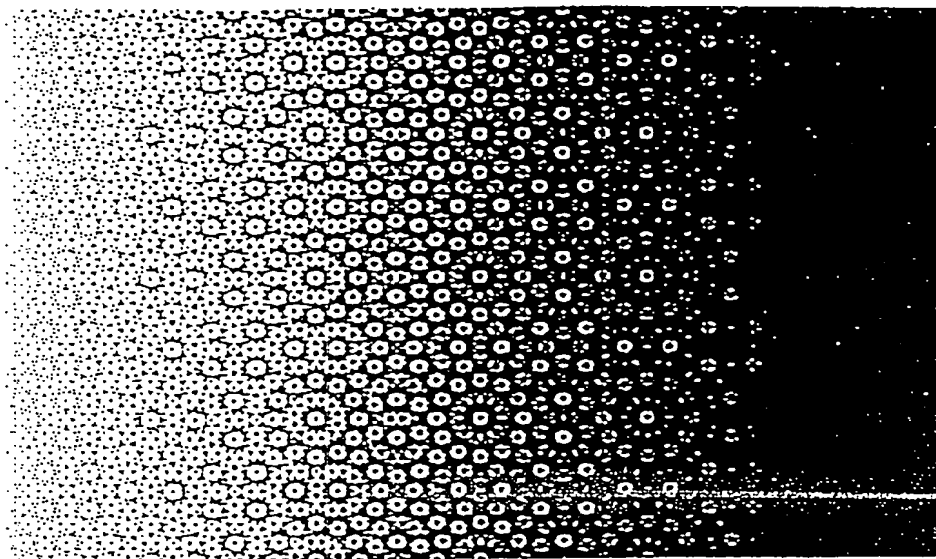
【図7】



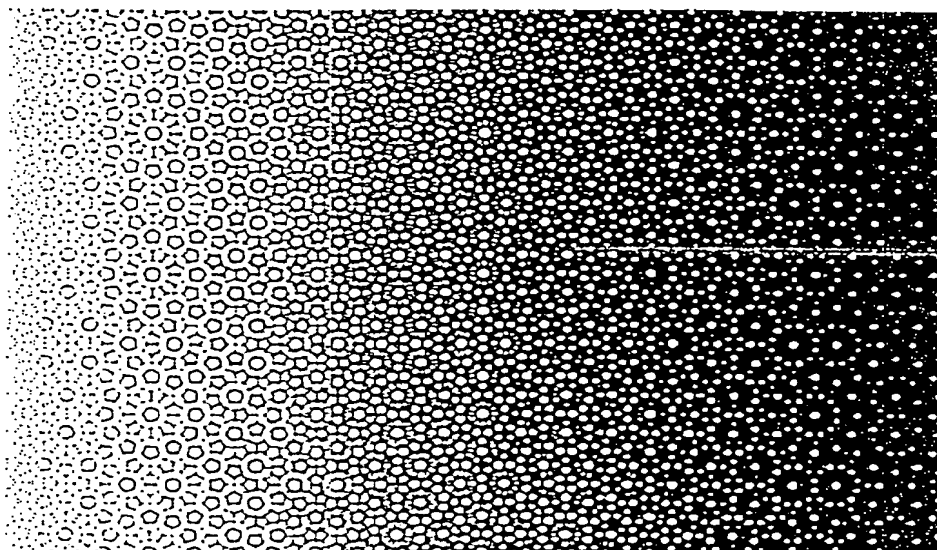
【図9】



【図8】

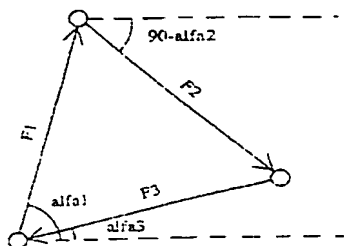


(a)

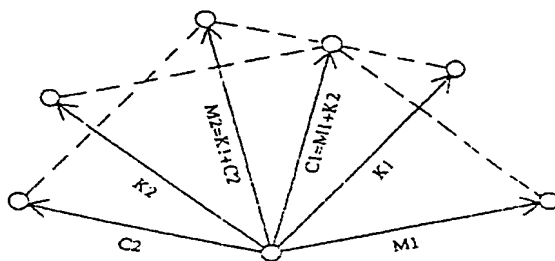


(b)

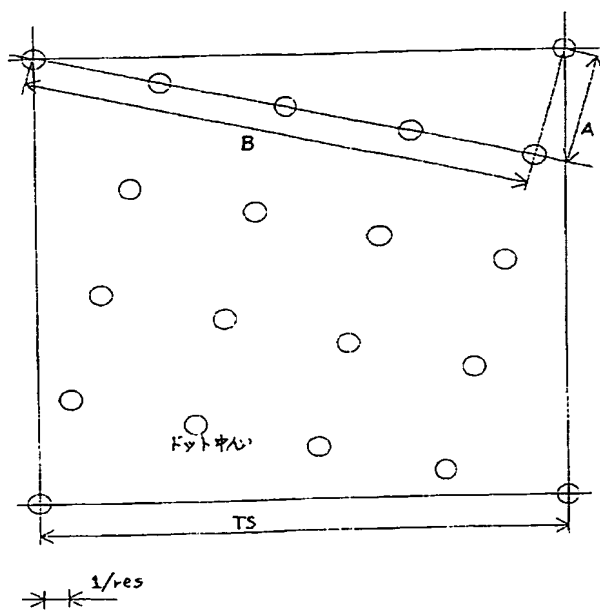
【図10】



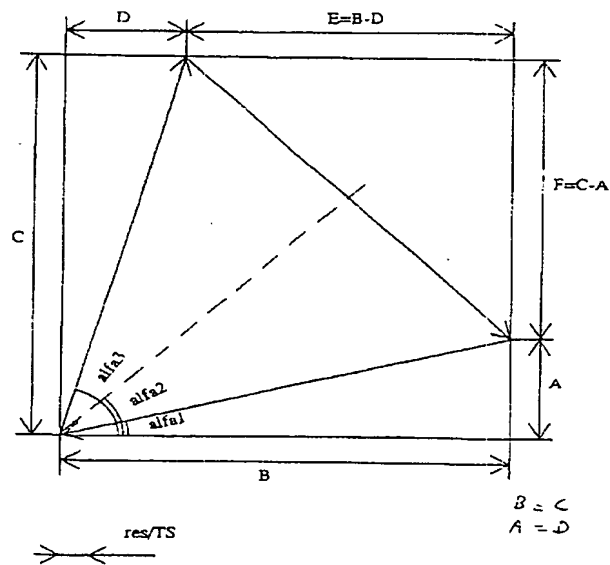
【図11】



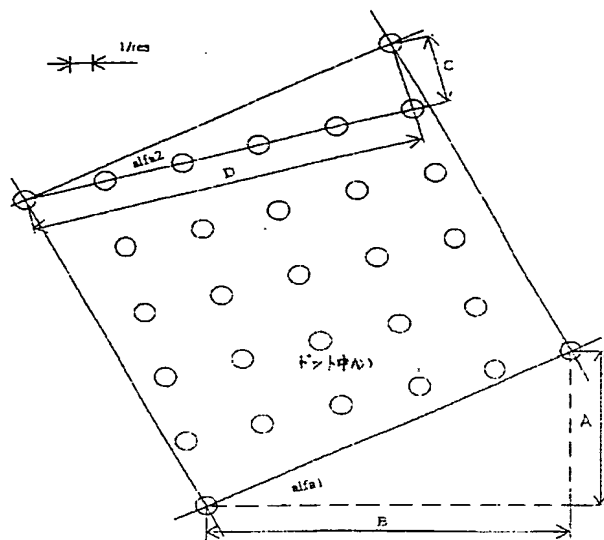
【図12】



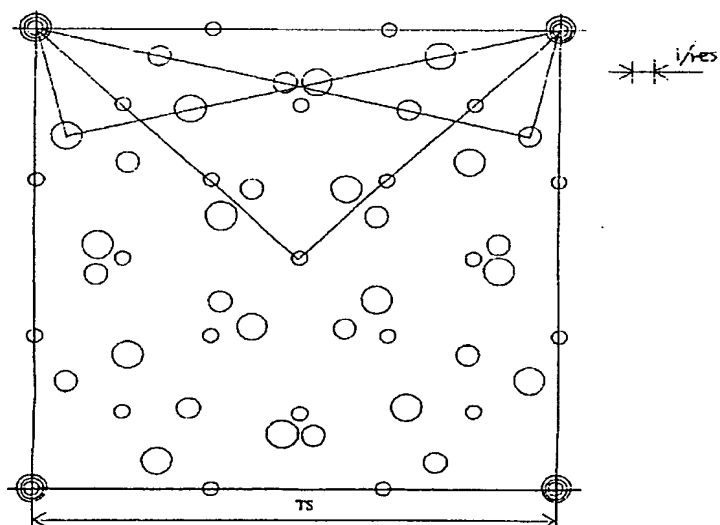
【図13】



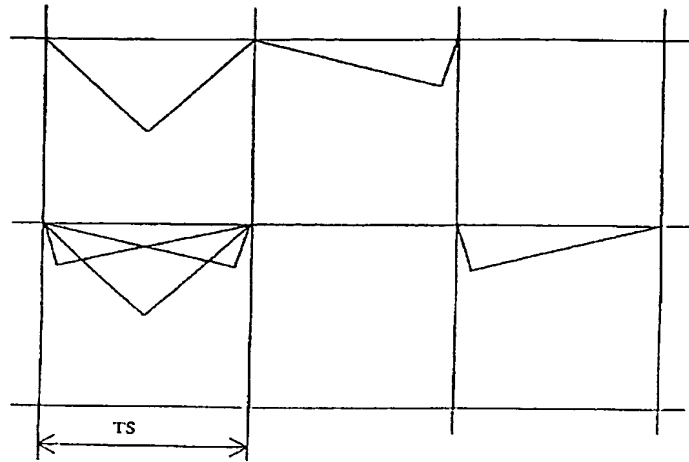
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 ボール・エー・デラバスティタ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州
02116、ボストン、ホリオーク・ストリー
ト 29

Fターム(参考) 5B057 AA11 CA12 CB07 CB12 CE13
CH01
5C077 LL03 MP08 NN05 NN07 PP33
PQ12 TT02
5C079 HB03 LC14 MA11 NA02 PA03